

Dr hab. Piotr Kulesza

Lublin, 14 marca 2023 r.

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej

Al. Kraśnicka 2D, 20-718 Lublin

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr Doroty Brzozowicz

pt. „Osady biogeniczne wybranych zagłębień bezodpływowych  
krasu zakrytego Wyżyny Małopolskiej i ich paleogeograficzne znaczenie”

napisanej pod kierunkiem dr hab. Jacka Forysiaka, prof. UŁ

## 1. Wstęp

Rekonstrukcje paleośrodowiskowe są stale aktualnym tematem szeroko zakrojonych światowych badań naukowych, a realizowane są najczęściej w oparciu o wyniki badań osadów biogenicznych, deponowanych w jeziorach, obszarach bagiennych i torfowiskowych. Świadczą o tym min. liczne międzynarodowe programy badawcze dotyczące zmian środowiska przyrodniczego w przeszłości. Są one punktem odniesienia dla analiz współczesnych oraz prognoz przyszłych kierunków zmian środowiskowych, co w aspekcie współczesnych zmian klimatycznych jest zagadnieniem ciągle aktualnym.

Przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska przygotowana przez Panią magister Dorotę Brzozowicz jest opracowaniem, które dobrze wpisuje się w ten rozwój badań paleośrodowiskowych, głównie poprzez ocenę możliwości wykorzystania nowych stanowisk w postaci zagłębień bezodpływowych, powstałych wskutek procesów krasu zakrytego, jako źródeł informacji paleośrodowiskowych. Jest to o tyle istotne, że stanowiska badawcze z osadami biogenicznymi występują jedynie w specyficznych warunkach geomorfologiczno-geologicznych, rozmieszczone są nierównomiernie i mogą być podstawą analizowania zmian paleośrodowiskowych jedynie w ograniczonej przestrzeni. Dlatego istotna jest możliwość wykorzystania archiwów danych paleośrodowiskowych zawartych w osadach biogenicznych również w obszarach, w których nie są one powszechne.

## 2. Koncepcja i realizacja pracy

Rozprawa doktorska mgr Beaty Brzozowicz zawiera 105 stron, w tym 2 załączniki i 8 stron spisu wykorzystanej literatury i map (łącznie 98 pozycji literatury i materiałów źródłowych). Składa się z 7 zasadniczych części – rozdziałów z podrozdziałami, zawiera w tekście 26 rysunków (w tym diagramy palinologiczne i wykresy) oraz 9 tabel.

Pracę rozpoczyna wprowadzenie, w którym Autorka omawia problem badawczy, opisuje cel i zakres przeprowadzonych badań, położenie wybranych do badań obszarów i zastosowane metody badawcze. Przy opisie metod wyszczególnia w kolejnych podrozdziałach: prace przygotowawcze i terenowe, analizy laboratoryjne, analizę pyłkową, inne analizy paleośrodowiskowe oraz metody kameralne. W tej strukturze numeracji podrozdziałów nasuwa się pytanie, dlaczego analiza palinologiczna i analizy paleozoologiczne zostały wydzielone z analiz laboratoryjnych. Brakuje tu opisu wykonanych prac terenowych jasnej informacji o przeprowadzonych sondowaniach osadów w obrębie badanych obiektów. Ilość sondowań, ich układ przestrzenny Autorka podaje dopiero na rysunkach zamieszczonych w rozdziale opisującym cechy litologiczne, fizykochemiczne i wiek osadów (rozdział 3).

W mojej opinii należało w bardziej jednoznaczny sposób wskazać zakres prac samodzielnie wykonanych przez Autorkę w ramach przygotowywania rozprawy doktorskiej. Część analiz wykonana została przez inne osoby, co wyraźnie zostało podkreślone, jakkolwiek równie jasno wskazany zakres prac wykonanych samodzielnie byłby dużym ułatwieniem w odbiorze treści pracy i jej ocenie.

Metody badań i sposób ich prowadzenia został opisany szczegółowo i jest zgodny z przyjętymi zasadami prowadzenia analiz. W mojej opinii brakuje tu jedynie kryteriów wyboru poziomów osadów pobranych do datowania radiowęglowego. W opisie przygotowania próbek do analiz radiowęglowych znajduje się informacja, że datowanie wykonano na nierozdzielonym materiale osadów biogenicznych w związku z czym, istotnym wydaje się problem wpływu zawartości węglanów na uzyskiwane wyniki datowania.

W kolejnym rozdziale Doktorantka, bazując na danych z literatury naukowej i map charakteryzuje budowę geologiczną i rzeźbę obszarów badań. Ważnym w mojej opinii elementem przedstawionej charakterystyki jest również zawarta w tekście, ale pominięta w tytule rozdziału informacja o występowaniu wód podziemnych. Uważam, że warunki krążenia wód podziemnych powinny być tu wyraźnie podkreślone ze względu na ich szczególne znaczenie w przypadku rozwoju form krasu zakrytego.

Wartą podkreślenia jest próba zobrazowania zróżnicowania miąższości osadów pokrywających warstwy skał krasowiejących w wybranych do badań obszarach. Wykorzystanie danych archiwalnych i jednocześnie nowych technik obrazowania ułatwia analizę uwarunkowań rozwoju krasu zakrytego oraz przekształcania tworzących się zbiorników akumulacyjnych.

Rozdział 3 Autorka poświęciła omówieniu wyników analiz laboratoryjnych. Opisała cechy litologiczne, fizykochemiczne oraz podała wyniki datowania radiowęglowego osadów w poszczególnych stanowiskach. Opis wyników analiz jest uporządkowany, dla każdego stanowiska przeprowadzony według jednolitego, logicznego schematu stosowanego w sposób konsekwentny. Punktem wyjścia jest charakterystyka mis sedymentacyjnych – ich kształtu i rozmiarów oraz zróżnicowania litologicznego odłożonych w nich osadów. Warto zwrócić uwagę na problem często niejednoznacznej klasyfikacji osadów organogenicznych, co podnoszone jest w pracach naukowych (min. w cytowanej przez Autorkę pracy „Tobolski K., 2000. Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.”). Uważam, że identyfikacja litologii powinna zostać przeprowadzona według określonej metody (są one opisane w wyżej wymienionym opracowaniu). Autorka podaje ponadto stopień rozkładu torfu, nie wskazując według jakiej metody został on określony.

Kolejne elementy przedstawionej charakterystyki obejmują opis wyników analiz fizykochemicznych, na bazie których Doktorantka wyznacza względnie jednorodne poziomy osadów oraz prezentuje są wyniki datowania radiowęglowego.

Rozdział 4 jest najobszerniejszą częścią pracy i zawiera wyniki przeprowadzonych analiz palinologicznych. Wyróżnione zostały lokalne poziomy pyłkowe w oparciu o rejestrowane w spektrach pyłkowych zmiany udziału taksonów roślinnych. Wyniki zaprezentowane zostały w postaci zestawień tabelarycznych, diagramów pyłkowych oraz w formie opisu zmian szaty roślinnej w poszczególnych stanowiskach badawczych. Generalnie opisana rekonstrukcja zmian szaty roślinnej w otoczeniu badanych obiektów nie budzi zastrzeżeń, nie będąc jednak palinologiem nie jestem w stanie ocenić szczegółowo wniosków dotyczących kompletności lokalnych poziomów pyłkowych i różnic w badanych obiektach i obiektach porównawczych.

W rozdziale 5 Autorka przedstawiła wyniki analiz paleozoologicznych dwóch profili osadów (Daleszewice i Gaik-Winiary). Wyróżnione fazy zmienności składu gatunkowego fosylnych Cladocera i Chironomidae zaprezentowane zostały w formie tabelarycznej. Podane zostały przedziały głębokościowe faz i podstawowa charakterystyka zmienności składu

gatunkowego. Rozdział zawiera również część opisową w której zawarta została interpretacja wyników analiz. Generalnie interpretacja ta nie budzi zasadniczych zastrzeżeń. Identyfikacja gatunków preferujących specyficzne warunki termiczne, odczynu wody czy rodzaju podłoża nie powinna być jednak bezwzględną podstawą do określania kierunków zmian paleośrodowiskowych. Pojawianie się określonych gatunków wskaźnikowych nie musi wiązać się w każdym przypadku z diametralną zmianą warunków siedliska. Fauna wodna ma znaczne możliwości przystosowawcze, zmiany liczebności populacji mogą wynikać z różnych przyczyn jak konkurencja czy drapieżnictwo i nie zawsze muszą odnosić się do zmian siedliska. Interpretacja wyników analiz powinna być, wobec tego efektem przeanalizowania jednocześnie różnych wskaźników. I tak stwierdzenia typu: „Od próbki z głębokości 310 cm w górę profilu można interpretować, że klimat stopniowo zaczął się ocieplać ...” (strona 66), lub: „... pojawiają się gatunki wioślarek związane ze strefą litoralną oraz niewielkim podwyższeniem się temperatury wody.” są nieuzasadnione, jeśli nie znajdują potwierdzenia w wynikach innych analiz (np. palinologicznych). Dlatego też w mojej opinii, interpretację wyników badań paleozoologicznych korzystniej byłoby zawrzeć w części dotyczącej rekonstrukcji zmian środowiskowych.

W rozdziale 6, w oparciu o zebrane w poszczególnych typach analiz dane, Autorka omawia kompleksowo zapis zmian środowiskowych w osadach biogenicznych. Zamieszcza również opracowany schemat rozwoju badanych zagłębień bezodpływowych. Przygotowane zbiorcze wykresy przedstawiają najważniejsze wyniki analiz: wieku osadów, litologii, cech fizykochemicznych, wybranych taksonów palinologicznych oraz Chironomidae i Cladocera. Opis przedstawia etapy zmian paleośrodowiskowych rekonstruowane w oparciu o uzyskane dane, jak również odniesienia do wyników badań w innych obszarach.

Pierwszym wyróżnionym etapem jest młodszy dryas udokumentowany w dwóch stanowiskach: Daleszewice i Gaik-Winiary. W opisie podkreślone zostały zaburzenia spągowych warstw osadowych w badanych zbiornikach akumulacyjnych, co Autorka przypisuje dostawie materiału mineralnego pochodzącego z erodowanych zboczy zbiorników i ich zlewni albo możliwości zanieczyszczenia osadami młodszymi w trakcie poboru rdzeni osadów. Pewne elementy przedstawionej rekonstrukcji wydają się niespójne. Najpierw przykładowo podkreślone zostały warunki surowego klimatu chłodnego okresu młodszego dryasu, które w istotny sposób ograniczały rozwój roślinności, zaś w kolejnym akapicie wskazany został skład gatunkowy Cladocera i Chironomidae jako dowód intensywnego rozwoju roślinności wodnej i wód eutroficznych. Przydałaby się ocena intensywności procesów

zarastania i eutrofizacji wód, gdyż tak sformułowana charakterystyka sprawia wrażenie silnej eutrofizacji wód już w młodszym dryasie, co wydaje się mało prawdopodobne.

Niewątpliwie okres młodszego dryasu jest, szczególnie w przypadku obszarów krasu zakrytego trudny w interpretacji zmian paleośrodowiskowych. Zaburzenia układu osadów wypełniających powstałe w ten sposób zagłębienia bezodpływowe nie muszą wynikać jedynie z błędów przy pobieraniu rdzeni osadów lub dostarczania materiału mineralnego ze zlewni. W warunkach suchego i zimnego klimatu młodszego dryasu (z obecnością wieloletniej zmarzliny stabilizującej podłoże) wydaje się, że procesy te nie musiały być aż tak intensywne. Za taką sytuację mogą odpowiadać również zmiany konfiguracji podłoża podczwartorzędowego spowodowane, jak sama Autorka wskazuje we wstępie do pracy, ubytkami w skałach krasowiejących, powodującymi subsydencję podłoża. W mojej opinii należy uwzględnić wpływ wieloletniej zmarzliny na zmiany systemu krążenia wód podziemnych w skałach węglanowych, na kontakcie skał węglanowych i pokrywy czwartorzędowej oraz w samej pokrywie. Obecność a następnie zanik wieloletniej zmarzliny, zróżnicowana głębokość jej występowania, miąższości warstwy czynnej nie są wprawdzie możliwe do zrekonstruowania metodami, które posłużyły Doktorantce do przygotowania pracy doktorskiej, jednak moim zdaniem nie można tych zagadnień zupełnie pominąć w tworzeniu schematu opisującego mechanizm powstawania badanych zagłębień bezodpływowych w okresie schyłku ostatniego zlodowacenia i początkach holocenu.

Nie jest do końca jasną interpretacją wyników badań odnośnie do zmian warunków wodnych okresu preborealnego. Podkreślony został przykładowo spadek poziomu wody w stanowisku Gaik-Winiary zobrazowany wynikami analizy palinologicznej, a jednocześnie mowa jest o dużym zasilaniu wodami gruntowymi. Należałoby w związku z tym wyjaśnić, jakie czynniki zdecydowały, że mimo intensywnego dopływu wód gruntowych poziom wody zbiornika akumulacyjnego uległ obniżeniu.

Zasadniczą część pracy Autorka kończy rozdziałem 7, w którym zawarte jest podsumowanie oraz wnioski wynikające z przeprowadzonych badań i analiz.

W punkcie 2 pojawia się stwierdzenie, że sedymentacja w zbiorniku Gaik-Winiary w początkowej fazie okresu atlantyckiego uległa zaburzeniu. Stwierdzenie to jest nieprecyzyjne – czy chodzi o zaburzenia samych procesów sedymentacji (na czym mogłyby polegać?) czy o zaburzenie warstw osadów po ich sedymentacji?

W 3 punkcie wniosków pojawia się stwierdzenie, że dla rozwoju badanych form istotne może być umiejscowienie na obszarze nachylonym, które ułatwia przepływ wód podziemnych

i „wyplukiwanie” (!) skał krasowiejących”. Przydałaby się większa precyzja w określaniu uwarunkowań rozwoju zagłębień bezodpływowych - do czego odnosi się sformułowanie obszar nachylony, do powierzchni topograficznej czy powierzchni podczwartorzędowej? Bardziej uzasadnione byłoby odniesienie do nachylenia zwierciadła wody podziemnej. Zagadnienia te były przedmiotem analizy w rozdziale 2, dlatego wydaje się, że zostały one przez Doktorantkę rozpoznane dogłębnie, ale nie w pełni wykorzystane do sformułowania wniosków.

Kluczowy dla oceny stopnia realizacji celu badań jaki postawiła sobie Doktorantka jest ostatni wniosek, w którym stwierdza, iż „Zbiorniki osadów biogenicznych występujące na obszarach aktywnego krasu zakrytego Wyżyny Małopolskiej mogą być dobrymi obiektami do badań paleośrodowiskowych, ale analizy paleoekologiczne powinny być uzupełniane o dobre rozpoznanie budowy geologicznej i litologii ich wypełnień. Dopiero wielokierunkowe analizy dają możliwość oceny przydatności takich stanowisk do regionalnych rekonstrukcji zmian środowiska.” Prawdziwość tego stwierdzenia nie budzi wątpliwości, jakkolwiek jest ono słuszne dla wszystkich stanowisk badań paleoekologicznych i szerzej paleośrodowiskowych również w przypadku stanowisk badawczych poza obszarami rozwoju zjawisk krasu zakrytego. W mojej opinii brakuje tu zwrócenia szczególnej uwagi na specyfikę obiektów badań, ale także na ich zróżnicowanie, szczególnie zróżnicowanie sytuacji badanych obiektów pod względem opisanej w rozdziale 2 budowy geologicznej i rzeźby terenów badań. Duży nakład pracy związany chociażby z przygotowaniem rycin i opisów obrazujących zróżnicowanie miąższości osadów kenozoicznych i czwartorzędowych nie został w mojej opinii w pełni wykorzystany do przedstawienia wniosków.

### **3. Najważniejsze uwagi szczegółowe**

- strona 7: „zaburzenia spowodowane działalnością człowieka charakteryzują się brakiem pewnych warstw osadów, a w związku z tym zaburzona ciągłością wieku tych osadów” – czy każdy rodzaj działalności człowieka skutkuje brakiem warstw osadów?

- ryciny 11, 13 i 15: zaprezentowane przekroje obrazujące zróżnicowanie litologii osadów wypełniających badane zagłębienia bezodpływowe powinny zawierać też informacje o skałach w których zagłębienia są wypreparowane, pomocny w mojej opinii byłby chociażby syntetyczny przekrój geologicznych uwzględniający układ warstw krasowiejących i ich nadkład

- rycina 15: w podpisie do ryciny pojawia się nazwa stanowiska Busko Zdrój co nie zgadza się z tytułem podrozdziału
- rycina 25: podpis raczej powinien brzmieć tak jak w tekście „Schemat rozwoju zagłębień...”, ponieważ trudno jest tu mówić o cykliczności zjawisk

#### **4 Podsumowanie**

Doktorantka dowiodła dobrego przygotowania warsztatu badawczego prowadzenia analiz paleośrodowiskowych. Wykazała się umiejętnością doboru metod badawczych oraz wykorzystania wyników analiz w interpretacji zapisu i rekonstrukcji zmian paleośrodowiskowych. Przeprowadzane przez Doktorantkę prace badawcze poszerzają stan wiedzy o warunkach i specyfice rozwoju zjawisk krasu zakrytego w badanym obszarze, ale również są pomocne w ocenie przydatności zagłębień bezodpływowych o genezie krasowej i wypełniających je osadów do rekonstrukcji zmian środowiska przyrodniczego w skali ponadlokalnej. Należy podkreślić, że Doktorantka podjęła złożone zagadnienie rekonstrukcji paleośrodowiskowych. Wskazane jest w nich bowiem stosowanie różnych metod badawczych, które czasami mogą dawać wyniki wskazujące na różne kierunki przekształceń paleośrodowiska w tym samym czasie. Potrzeba znacznego doświadczenia badawczego, aby właściwie interpretować uzyskiwane wskaźniki. Dodatkowym utrudnieniem w podjętych analizach, szczególnie wymagającym w mojej opinii szerokiej wiedzy z zakresu hydrogeologii jest charakter badanych obiektów. Zjawiska krasu zakrytego wiążą się bowiem z oddziaływaniem wód podziemnych na skały krasowiejące a ich występowanie i ruch w ośrodku skalnym zależne są ściśle od litologii oraz spękań masywu skał krasowiejący i dodatkowo litologii, miąższości oraz ciągłości warstw osadów powierzchniowych. Podkreślając złożoność zagadnień, z którą należało zmierzyć się w realizacji zakładanych celów pracy można przyjąć, że wskazane w recenzji niedociągnięcia i niejasności nie umniejszają w zasadniczy sposób osiągnięcia Doktorantki. Są one możliwe do wyjaśnienia i skorygowania w oparciu o wykonane dotychczas prace. Uważam więc, że przedstawiona mi do recenzji praca doktorska spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim i proszę o dopuszczenie Pani mgr Doroty Brzozowicz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



dr hab. Piotr Kulesza